



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

A FORMADORA:

AVALIAÇÃO: 15 VALORES

UFCD 5793

NOTA FINAL: 16

CRITÉRIO DE EXCELÊNCIA

AERONÁUTICA - LEAN



FORMADORA: ISABEL PEREIRA

FORMANDOS:

- ANTÓNIO FERNANDES
- JOÃO PAULO SILVA
- RUI VENDA
- SUSANA VICENTE



GOVERNO DE
PORTUGAL

INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP



Ministério do Trabalho e Segurança Social



Ministério da Educação e Ciência



PORTUGAL
2020



União Europeia



República Portuguesa



ÍNDICE

1 ✈	Introdução	3
2 ✈	Planeamento e Produção de aviões de papel	5
3 ✈	Fluxograma do Processo	13
4 ✈	VSM e Gráfico de Balanceamento das Operações	14
5 ✈	Análise de Resultados	15
6 ✈	Conclusão	16



1. Introdução

No âmbito da UFCD 5793 – Critério de Excelência Aeronáutica - LEAN, foi-nos solicitado a realização, em grupo, de um trabalho cuja tarefa consistia na produção de 20 aviões de papel em 10 minutos, segundo os seguintes **Requisitos do Produto**:

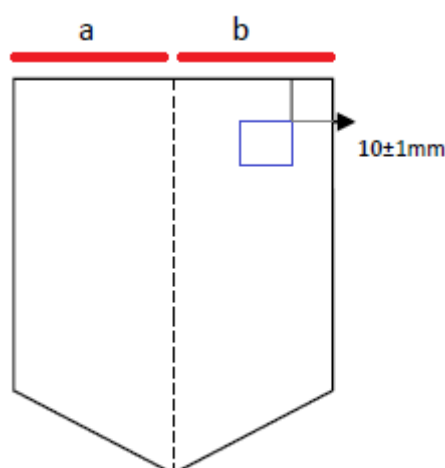


Figura 1

- ✈ $|a-b| \leq 2 \text{ mm}$
- ✈ Posicionamento das Janelas com as margens e distanciamento aos limites da folha de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$
- ✈ Pintar 2 Janelas quadradas com a dimensão de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, conforme a Figura 1
- ✈ Planicidade das Asas
- ✈ Dobragem segundo a Instrução de Trabalho para Montagem de Avião (PAPER PLANE 5) conforme a Figura 2
- ✈ Numeração de cada avião

Deveríamos também elaborar os Output's: o VSM – Value Stream Mapping, o Fluxograma do Processo e o Gráfico de Balanceamento das Operações.

O Planeamento e Gestão do Processo Produtivo ficou à nossa escolha e critério, tendo sempre em mente a satisfação dos **Requisitos do Cliente**.



Instrução de Trabalho para Montagem de Avião (PAPER PLANE 5)

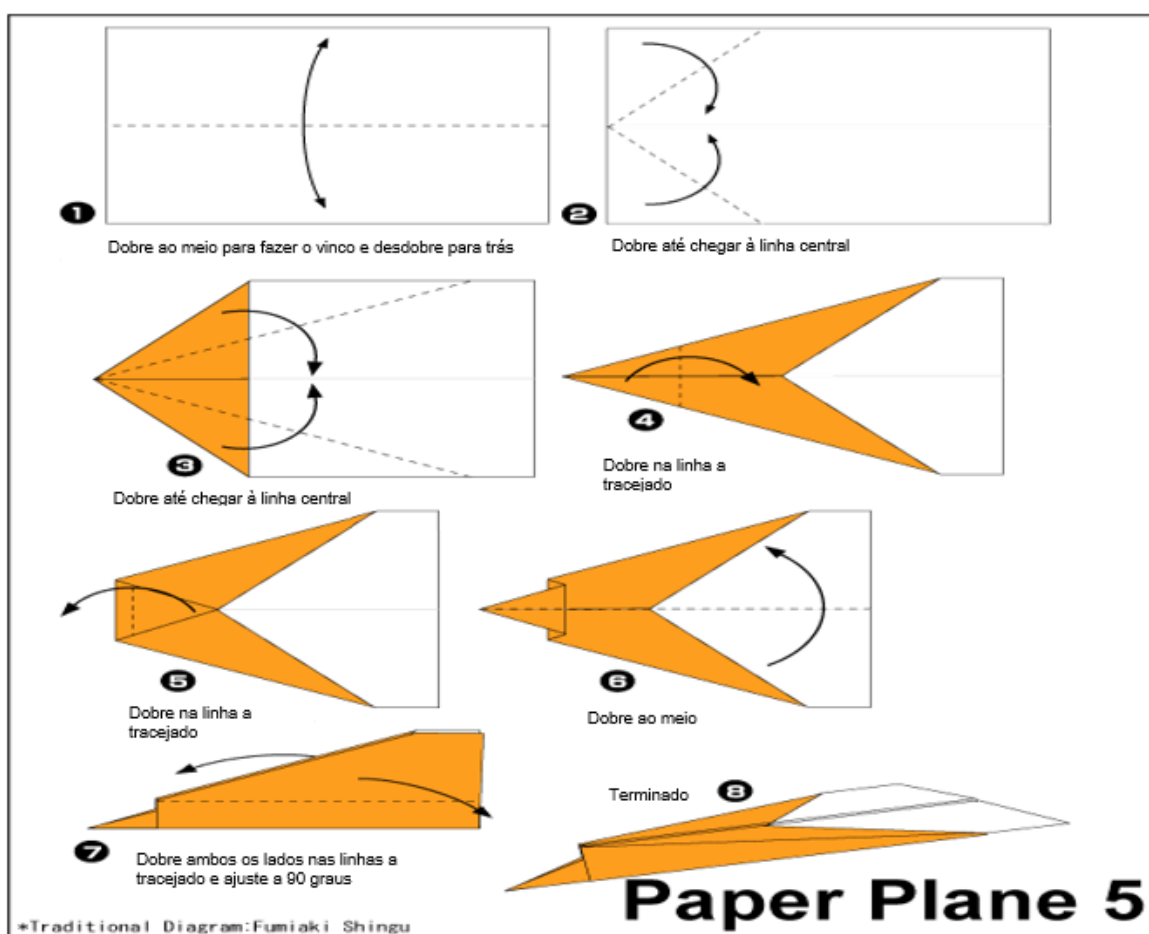


Figura 2

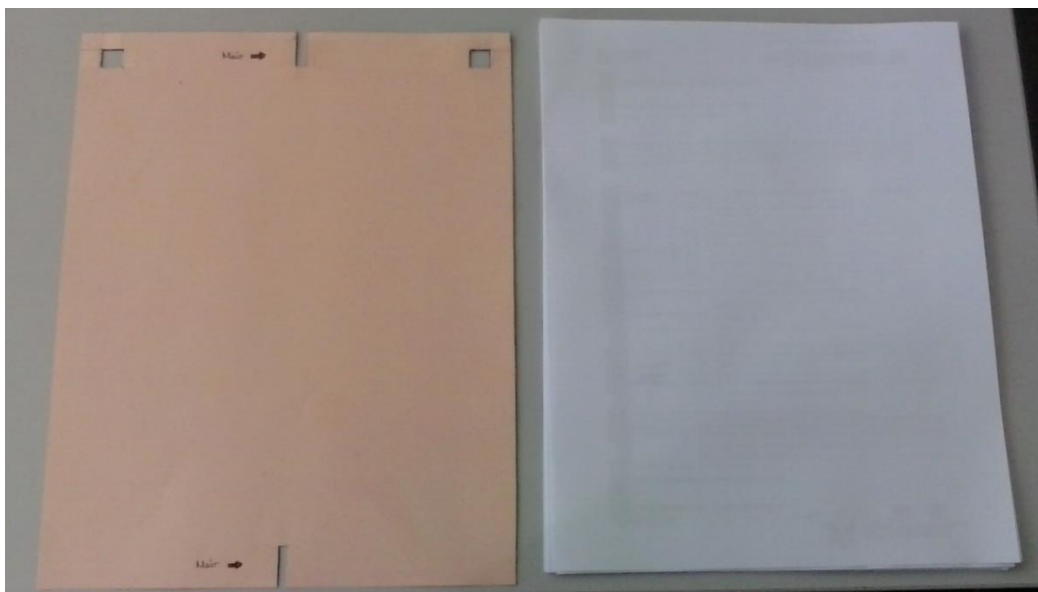


2. Planeamento e Produção de aviões de papel

- ✈ Após analisar cuidadosamente a Instrução de Trabalho para Montagem de Avião (PAPER PLANE 5), procedemos à elaboração de alguns aviões para melhor compreender os desafios inerentes a cada fase da produção.

Assim, chegámos rapidamente à conclusão que havia necessidade de criar 2 Gabaritos:

- Um Gabarito (Imagem 1) para a pintura das janelas, com a medida e distância às margens estipulada.



(Imagem 1)

- Outro Gabarito para executar as dobras das asas, passo nº 7 (Imagem 2).



(Imagem 2)



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

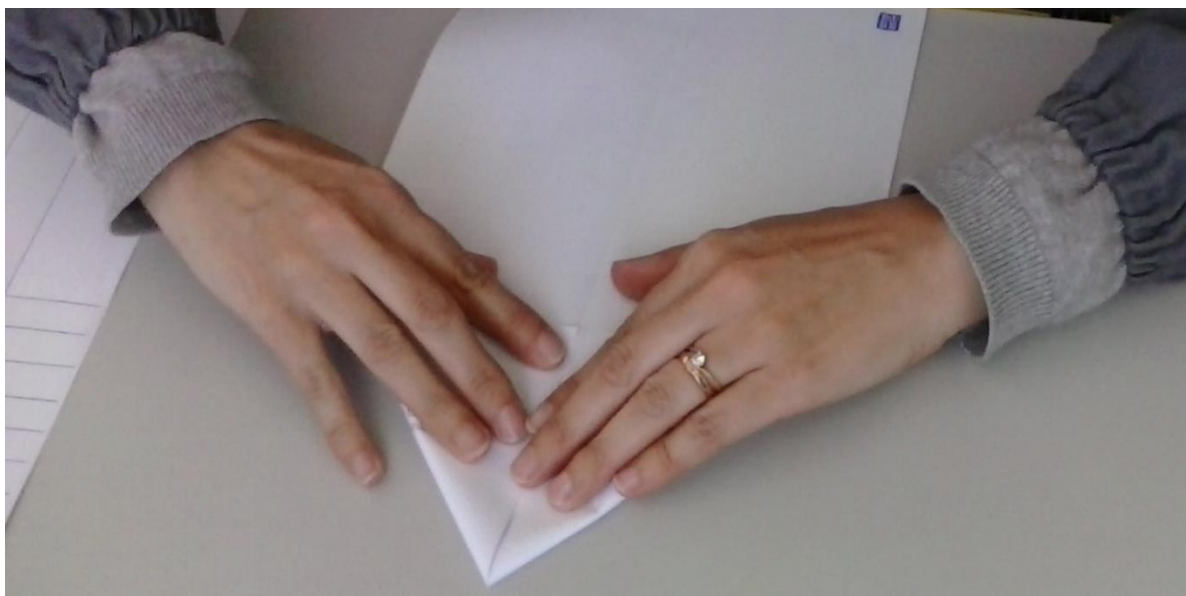
✈ Numa fase inicial definimos 4 postos de trabalho (sendo o nosso grupo constituído por 4 membros) com a seguinte distribuição de tarefas:

- Posto nº 1 – Pintar as janelas com auxílio do Gabarito (Imagem 3)



(Imagem 3)

- Posto nº 2 – Executar as dobras dos passos ❶ a ❷ (Imagem 4)

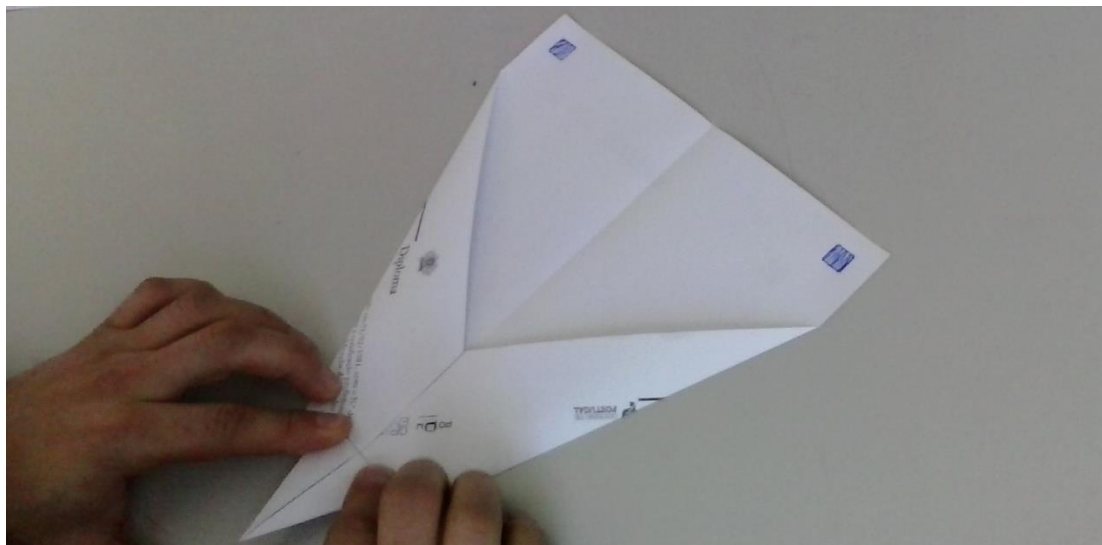


(Imagem 4)



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

- Posto nº 3 – Executar as dobras dos passos 5 e 6 (Imagem 5)



(Imagem 5)

- Posto nº 4 – Dobrar as asas no passo 7 e Controlo de Qualidade (Imagem 2)



(Imagem 2)

✈ Com esta organização obtivemos um **Lead Time (T/P)** médio de 127 segundos, ou seja, rapidamente concluímos que havia a necessidade de aplicar a metodologia Lean mais eficazmente.

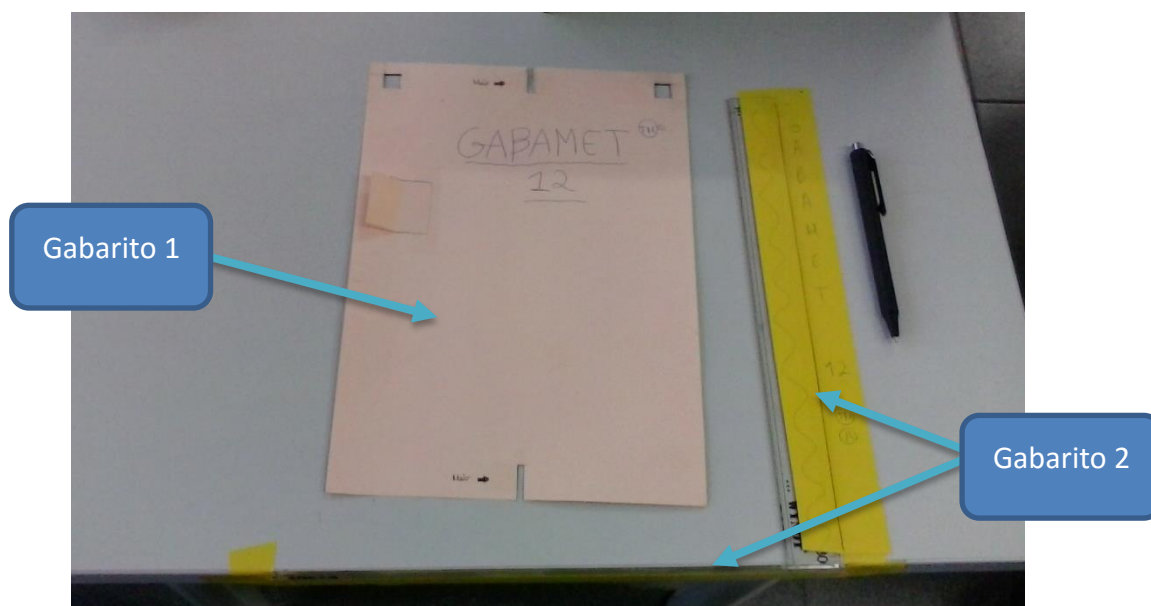


INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

Após um brainstorming e muita deliberação, decidimos reformular o nosso processo produtivo.

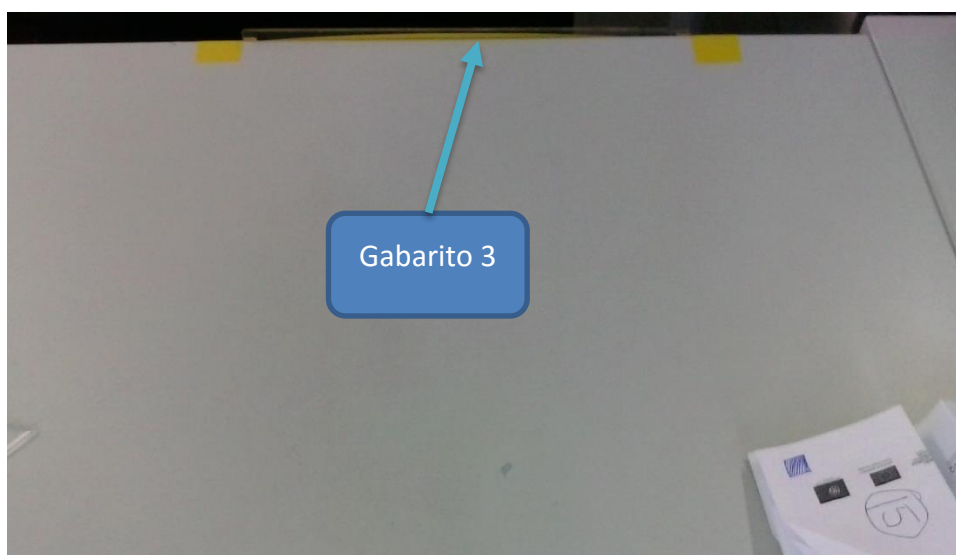
Assim, passámos a realização da primeira dobra para o Posto nº 1 e criámos 2 gabaritos para auxiliar o posicionamento e dobragem das folhas, um no Posto nº 1 e outro no posto nº 2.

Posto nº 1



(Imagem 6)

Posto nº 2



(Imagem 7)



GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA SOLIDARIEDADE,
EMPREGO E SEGURANÇA SOCIAL



GARANTIA JOVEM



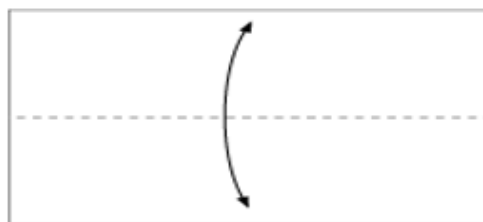


INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

Ou seja, a linha de produção ficou da seguinte maneira:

- Posto nº 1 – Pintar as janelas com auxílio do Gabarito e executar a primeira dobra (passo 1)

1



Dobre ao meio para fazer o vinco e desdobre para trás

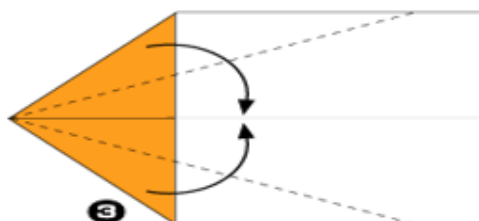
- Posto nº 2 – Executar as dobras dos passos 2 a 4

2



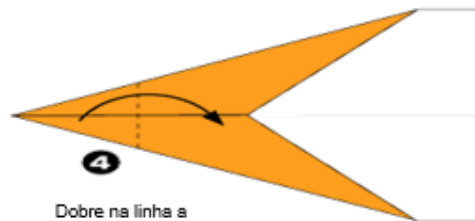
Dobre até chegar à linha central

3



Dobre até chegar à linha central

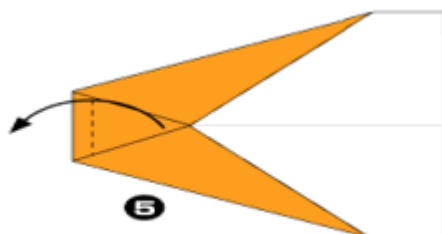
4



Dobre na linha a tracejado

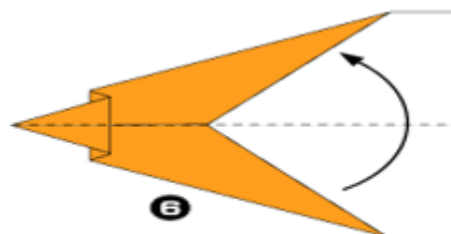
- Posto nº 3 – Executar as dobras dos passos 5 e 6

5



Dobre na linha a tracejado

6



Dobre ao meio

- Posto nº 4 – Dobrar as asas no passo 7 e

Controlo de Qualidade

7



Dobre ambos os lados nas linhas a tracejado e ajuste a 90 graus



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

Linha de Produção



(Imagem 8)

Vídeo do Processo





INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

- ✈ Depois de revisto o processo começámos a contabilizar tempos. Para tal, fomos produzindo séries de 5 aviões, contabilizando sempre avião por avião, fazendo a média no final. Obtivemos os seguintes resultados:

(Tabela 1)

Lead Time

Aviões	T/P(seg)
1	127
2	95
3	91
4	85
5	76
Total	474

T/P=95 seg

(Tabela 2)

Tempo de ciclo

Avião	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4
	Antonio	Susana	Joao Paulo	Rui
1	32	39	34	24
2	24	30	21	18
3	27	25	19	18
4	26	18	21	21
5	21	18	18	18
Valores médios	26	26	23	18

(Tabela 3)

Tempo de valor acrescentado

Avião	TAV	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4
		Antonio	Susana	Joao Paulo	Rui
1	73,3	$7+5,5=12,5$	19,7	22,6	18,5
2	75,6	$7,6+7,1=14,7$	21,4	21	18,5
3	68,4	$7+8,1=15,1$	16,1	21,8	15,4
4	76,3	$6,9+7,7=14,6$	23,5	22,2	16
5	65	$6+6,5=12,5$	20	19,1	12,8
Valores médios	72 seg.	14 seg.	17 seg.	21 seg.	16 seg.



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

- ✈ Contabilizados os tempos e procedemos à produção de aviões, segundo este processo, durante os 10 minutos estipulados.

Obtivemos 15 aviões, dos quais 1 não estava conforme (Tabela 4).

Com os dados obtidos concluímos:

- eficiência do processo = $TAV/TP = 72\text{seg} / 95\text{seg} = 76 \%$
- FPY (nº peças boas à primeira) =
= nº de peças boas à primeira / totalidade de peças produzidas =
= $14 / 15 = 0,93 = 93\%$
- nº de operadores necessários = $\sum Tc / \text{Takt time} = 92,6 / 30\text{seg} = 3$ operadores

(Tabela 4)

Inspeção da Qualidade

Aviões	Defeitos				Resultados
	Janelas		Asas		
	Dimensão	Posição	A-b≤2	Planicidade	
1					Bom
2					Bom
3					Bom
4					Bom
5		X			NÃO CONFORME
6					Bom
7					Bom
8					Bom
9					Bom
10					Bom
11					Bom
12					Bom
13					Bom
14					Bom
15					Bom

Total	0	1	0	0
Total %	100%	93%	100%	100%

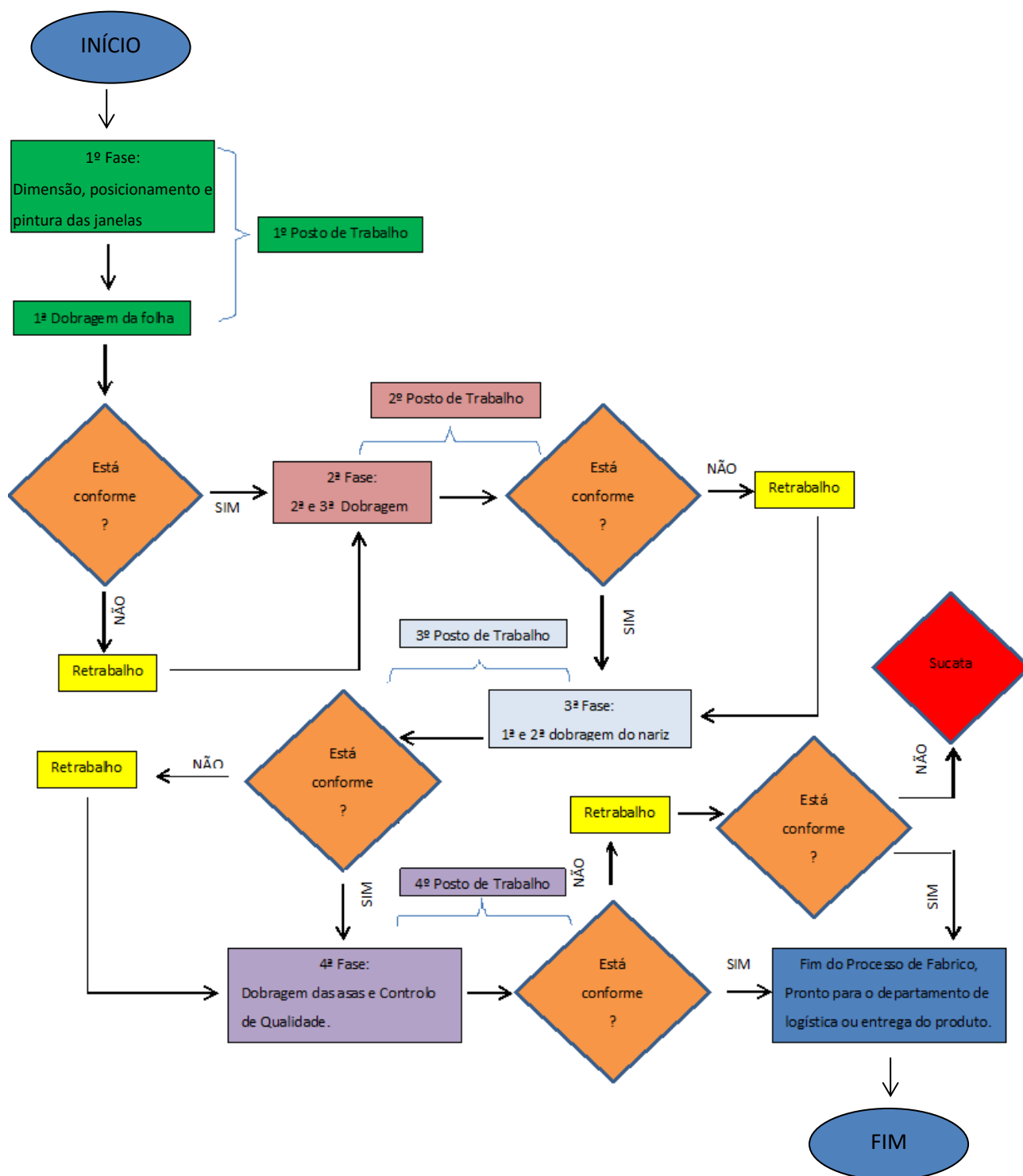
FPY total = 14/15=93%

FPY operação = 14/15=93%

Causa Raiz da Não-Conformidade “posição das janelas” deve-se ao Posto 1, Gabarito 1



3. Fluxograma do Processo





4. VSM e Gráfico de Balanceamento das operações

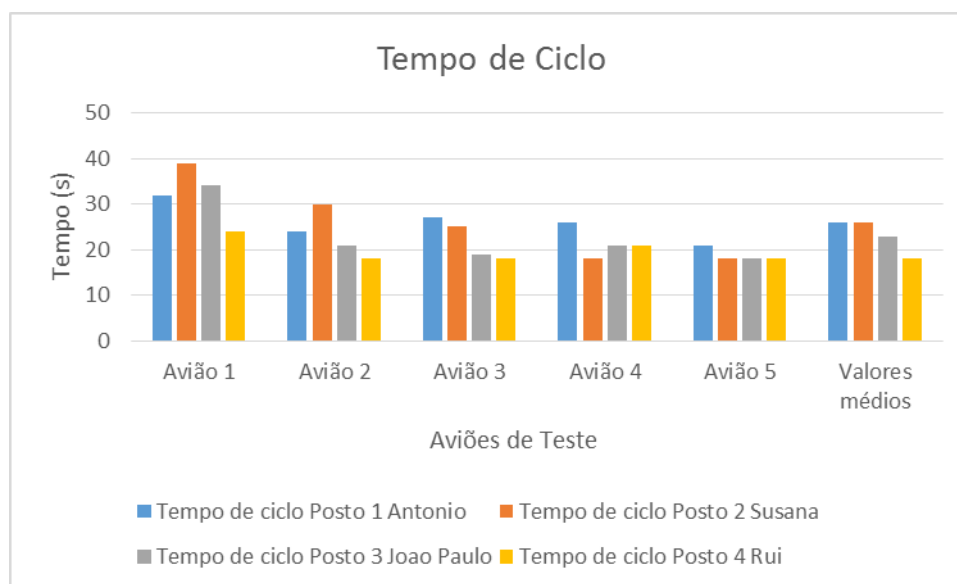
VSM- Gráfico do processo

Posto 1 Janelas 1ª dobragem		Posto 2 2ª e 3ª dobragem do bico		Posto 3 Dobragem do nariz do avião		Posto 4 Dobragem das asas, Qualidade
TC-26s TAV-14s FPY (%) -93% Colaborador- António		TC-26s TAV-17s FPY (%) -100% Colaborador- Susana		TC-22,6 TAV-21s FPY (%) -100% Colaborador- João Paulo		TC-18s TAV-16s FPY (%) -100% Colaborador- Rui



Tempo de Espera = lead time - $\sum$ tempo de ciclo
= 95-93 = 2 seg.

Gráfico de Balanceamento





5. Análise de Resultados

Através da análise de todos os dados obtidos neste trabalho prático, concluímos que:

- ✈ Com o passar do tempo e à medida que se repetiam os mesmos processos, em regra geral, todos os elementos do grupo melhoraram os seus tempos de ciclo, reduzindo assim os seus tempos de **Lead Time** da linha de produção.
- ✈ No que diz respeito ao **TAV**, podemos observar que também houve diminuição do tempo necessário para acrescentar valor.
- ✈ O Posto 1 no final, era o que apresentava maior tempo de ciclo apesar de ser o posto com menor **TAV**. Isto prende-se ao facto de ser o que possuía mais tarefas, que apesar de serem necessárias, não acrescentavam valor ao produto (alinhar a folha com o gabarito 1 e posicionar a folha no gabarito 2).
- ✈ Apesar do nosso grupo não ter finalizado os 20 aviões no tempo estabelecido, obtivemos um **FPY** de 93% que teria subido para 100% se fosse eliminada a possibilidade de errar no posicionamento da folha no gabarito 1 (Posto 1).
- ✈ Para melhorar a eficiência da nossa linha de produção (76%), teríamos que melhor aplicar a metodologia **Lean**, de maneira a aumentarmos o **TAV** e diminuirmos o **TP**.



6. Conclusão

Entende-se por **Lean** a filosofia de gestão cujo objetivo principal é a melhoria dos processos produtivos através do aumento da eficiência e produtividade. Quem adotar esta mentalidade deve esforçar-se ao máximo para minimizar/eliminar qualquer tipo de desperdício, isto porque, toda a utilização ou mobilização desnecessária de recursos não adiciona valor à cadeia de produção. A realização deste trabalho foi extremamente importante para melhor entender esta filosofia, bem como a sua aplicação prática.

Havendo a necessidade de satisfazer as exigências do cliente, procedeu-se a uma melhoria contínua no processo produtivo, a qual consistiu num conjunto de ajustes (eliminação de movimentos desnecessários, criação de gabaritos, redução de tempos, etc.) que permitiram aumentar a eficiência da nossa linha de produção. Inicialmente possuíamos um **Lead Time (T/P)** de 127 segundos, sendo que no final, depois de bastantes melhorias, conseguimos diminuir esse tempo para os 76 segundos.

Tais ajustes só foram possíveis porque houve uma aplicação de conceitos e ferramentas da **Cultura Lean** (TAV, LT, FPY, C/T, etc.) que nos permitiram elaborar tabelas com dados relativos ao sistema de produção, e assim saber onde atuar, ou seja, quais os processos onde eliminar desperdícios e adicionar valor.

A nosso ver, o objetivo da realização deste trabalho foi atingido. No fundo aplicámos a metodologia **Lean** à produção de aviões de papel, mas não ficámos por aí, conseguimos entender a importância desta filosofia, não só no fabrico de aviões que realmente transportem pessoas, mas na nossa vida, tudo pode e deve ser tornado mais eficiente!